

通信工学

現在のIT文化を根底から支える情報網の発達は、我々に多くの恩恵をもたらし、また様々な文化の発達に繋がった。

ここでは、現在のアナログ/デジタル通信網に関わる基本的原理を学び、これらの重要性を再認識するとともに、情報通信技術の将来性を模索する。

背景

通信技術の発達は、古くは人類有史以前に遡ることができる。現在では、地球上に張り巡らされたデジタルネットワーク網が、世界中から発信される新たな情報を、より短い時間で我々の目や耳に届けてくれる。

原始的通信技術

- ・ のろし
- ・ 手紙
- ・ 伝書鳩

など

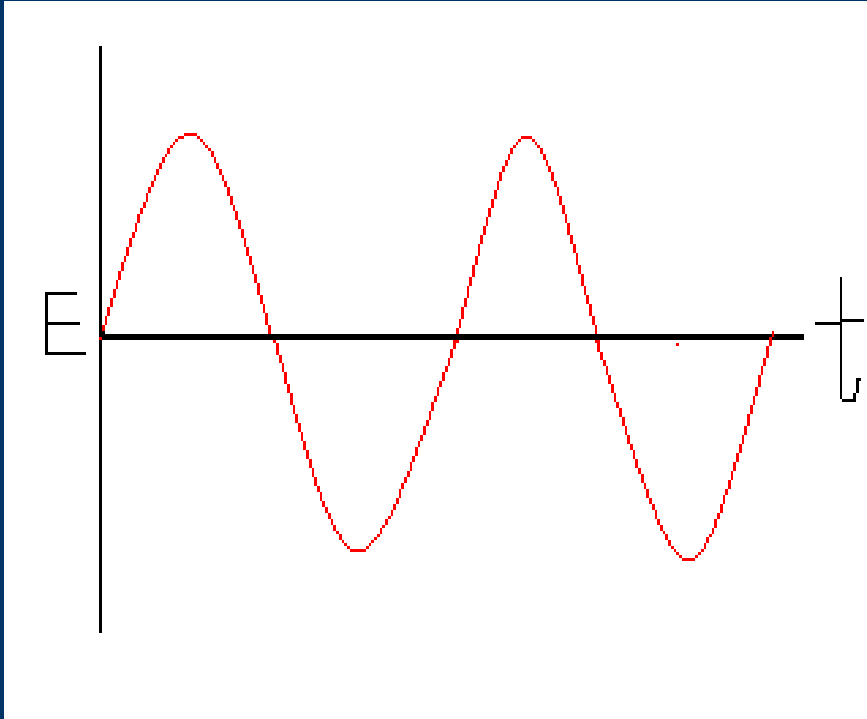
古くから、軍事的な意味でこれらの技術の開発が行われた。
通信技術の研究は、即ち兵器の開発と同義の意味を持ち、情報の即時性が重要視されるようになった現代においても、これに関する研究は軍事産業の重要な位置を占める。

情報の即時性を考えると、通信技術について、主に以下のような点でこれが発達してきたと言える。

- ・ 通信距離の長大化
- ・ 情報の到達速度の高速化

情報量という考え方は、デジタル通信技術の発達した20世紀以降に登場

通信原理



一般的な電話回線網における通信原理は、糸電話のそれと同じものである。

空気の振動を電氣的な波形に変換する。このとき、音の波形は正弦波のかたちをとる。

デジタル通信の場合も同様に、1と0の信号に固有の波形を充てることで通信を行う。光回線においては、光の波長性を利用し、同様の原理に基づく。

アナログ電話用の音の周波数帯域は**300~3400[Hz]**とされる。

データを送受信するための信号は、人が識別できる帯域に制限されない

しかし電話線は**銅線**であり、**通すことのできる音の周波数**はこれに制限されない。

通信回線網の通信技術

現代の通信回線網においては、主に**光回線**や**メタリックケーブル**（**電話線**）が利用され、増え続ける情報量に対して、様々な技術によりこれを支えている。

FTTH (Fiber to the home)

いわゆる**光回線**のこと。その理論通信量（回線速度）は現在一般に使用可能な回線の中で最高のものである。

xDSL (Digital subscriber line)

アナログ電話で利用されるメタリック回線を利用し、数十Mの高速通信を行う技術。**ADSL**が一般的。

ISDN (Integrated Services Digital Network)

電話回線を用いた通信を並行処理し、統合的に扱う技術。既に一般的ではないため、ここでは扱わない。

DSL技術

DSLは、アナログ電話で使用されるメタリック回線をそのまま利用し、高速な通信を実現するものである。

名称 (DSL: Digital subscriber line)		概要	
		速度対象性	特徴等
ADSL	Asymmetric DSL	非対称	1対の電話線を使用し、上下で異なる速度で通信。 VDSLより遠い距離を想定。
VDSL	Very high-bit-rate DSL		ADSLより短い距離で帯域を広く使い、より高速な通信が可能な方式。
HDSL	High-bit-rate DSL	対象	2対の電話線をそれぞれ上り/下りに使用する方式。
SSDSL	Synchronized Symmetric DSL		1対の電話線を使用し、上下同じ速度で通信を行う方式。

DSLモデムの変調/復調方式と拡張

DSLモデムは、高速な通信を行うべく、高周波数帯域に対して帯域を広げ、広い帯域の信号を変調/復調する。変調/復調を行う方式はいくつか存在し、ITU-Tで標準化されたDMTや北米でのCAPなどがある。

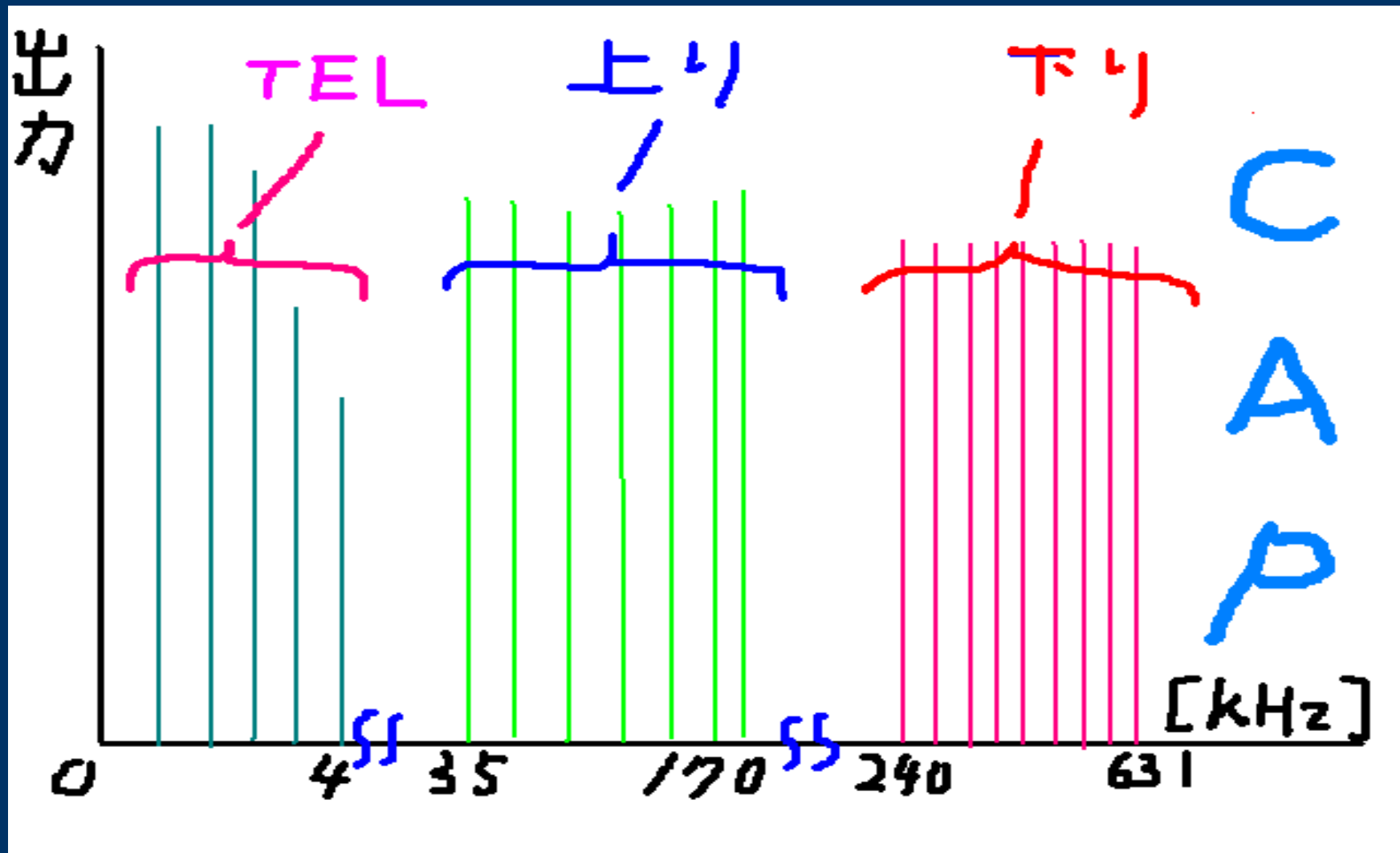
① CAP

送受信に異なる帯域の周波数を用いるFDM方式を用いる。それぞれ1つの運搬波を上り下りに使用。変調方式はQAMの改良。運搬波の帯域内に雑音が侵入する可能性が高く、高周波帯域の信号は長距離通信に支障をきたすため、回線の高速化には向かない。

QAM

位相が直行する2つの運搬波を振幅変調してデータを伝送する方式。データ転送効率がよく、アナログ電話用モデムでも利用される。

CAP



DSLモデムの変調/復調方式と拡張

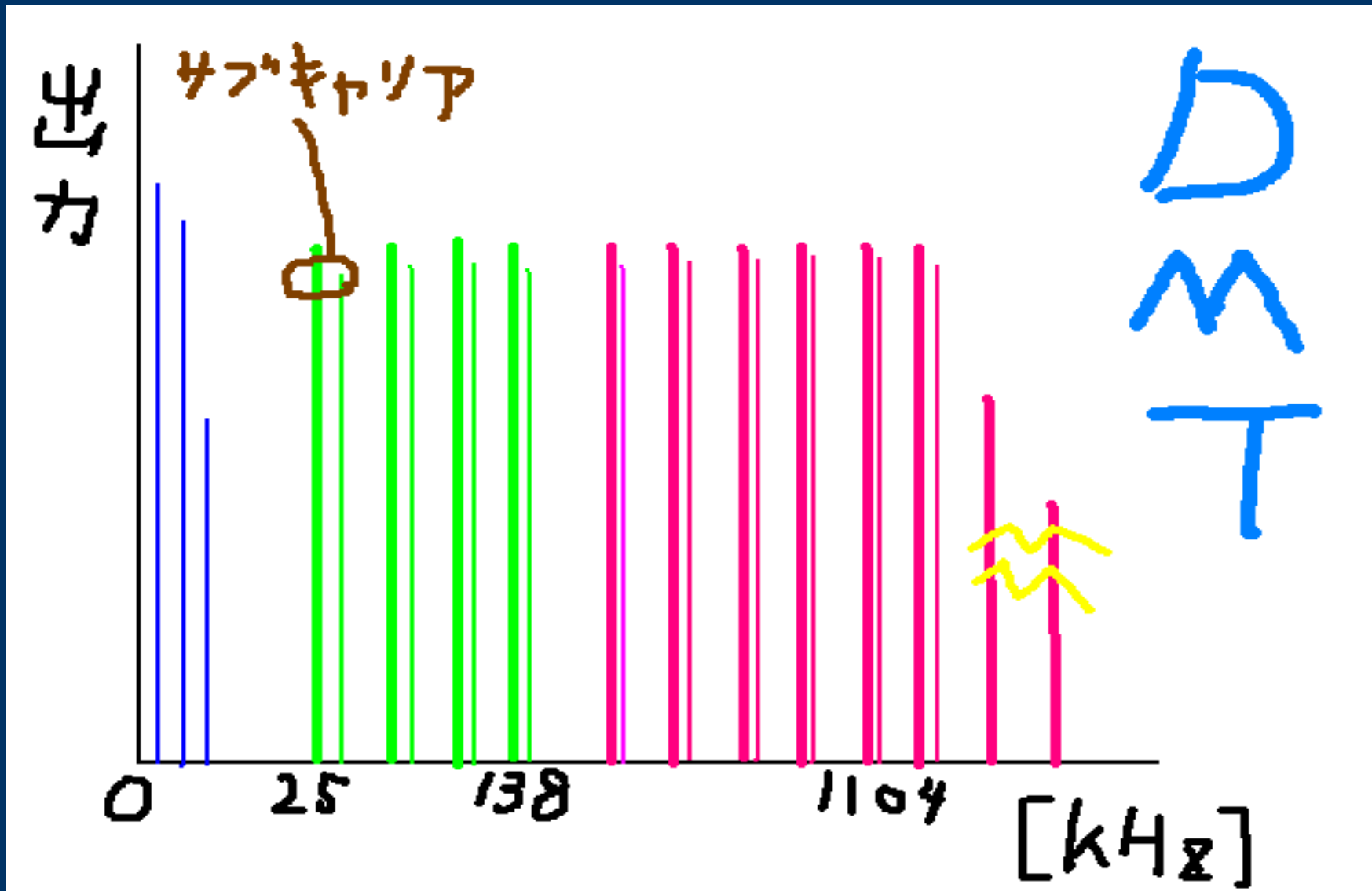
② DMT

CAPと同様にFDM方式を用いるが、使用帯域を複数のサブキャリアに分割し複数の運搬波を使用する。それぞれのサブキャリアに対しQAMを用いる。

各サブキャリアに割り付けられるビット数の変更が可能。広い帯域への雑音の進入に対し、該当周波数帯域へ割り付けるビット数を調整することで対応可能。長距離通信では、信号が届きにくい高周波帯域ぶんだけ速度低下。

同一ケーブル内の他のメタリック回線からの通信信号の影響を受ける問題（漏話特性）があるため、各国の環境に応じて複数の方式が規定されている。日本ではAnnex Cにより、ISDN回線からの影響を軽減している。

DMT

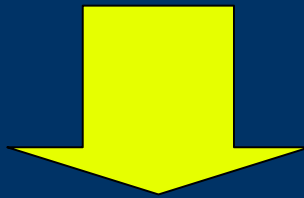


DSLモデムによる通信速度高速化技術

DSLサービス開始当初、まだ開発途上の技術であったため、各通信事業者では独自の変調/復調技術を開発し、高速化を図った。

高速化においては、以下のような点について工夫がなされた。

- ・ 更なる高周波数帯域を使用
- ・ 同じサブキャリア内において、割り付けられるビット数を増やす
- ・ フレーム処理の高速化



通信の両端が異なるメーカーのモデム同士である場合、通信することができなくなる問題が発生。



インターネット接続のための**ADSL**
通信プロトコルの搭載

DSLモデムによる長距離化技術

DSLモデムは、メタリック回線自身が有する電気的特性（伝送特性）により、信号の到達距離に制約を受ける。一般に、高周波数帯域の信号ほど長距離通信には向かず、通信距離が遠くなるほどサービスを利用できないユーザーが増える。

高い帯域にある信号を低周波数帯域にシフトすることで、到達できる目標範囲内である程度の通信速度を確保している。

中継基地までの距離に比例して速度低下

ADSL通信プロトコル

ADSLモデムは、電話用のメタリック回線を利用するインターネット常時接続用のモデムとして、インターネット接続のための通信プロトコルを搭載している。

通信プロトコルは接続先の通信事業者によって異なっているため、DSLモデムは複数の通信プロトコルを搭載する場合が多い。

分類	通信プロトコル	概要	備考
PPPあり	PPPoE (PPP over Ethernet)	端末またはブロードバンドルーターでPPP接続を終端。PPPoEレイヤのセッションIDによりPPPセッション数を調整できる。	ホールセール(回線卸売り)型サービスに適用
	PPPoA (PPP over ATM)	ADSLモデムでPPPを終端。このATM上にあるAAL5の層で直接カプセリングして転送	
PPPなし	IPoA (IP over ATM)	ATM上にIPパケットを直接マッピングする。特定ISPがユーザーに複数の固定IPアドレスを割り当てる常時接続型サービスに適用。	回線事業者とISPが同一の場合
	IPoE (IP over Ethernet)	Ethernet上にIPパケットを直接フィルタリングする。通常のLAN環境下に等しい状態となる。	

ホールセール型のADSLサービスにおいては、回線事業者とISPが異なるため、複数のISPをダイナミックに切り替えて接続できる機能が求められる。

PPPには認証機能や圧縮機能があり、この必要なユーザ認証をこれが行っている。

ADSLネットワーク網の敷設

代表的な回線事業者

- NTT (フレッツADSL)
- softbank (Yahoo! BB)
- アッカ ネットワークス

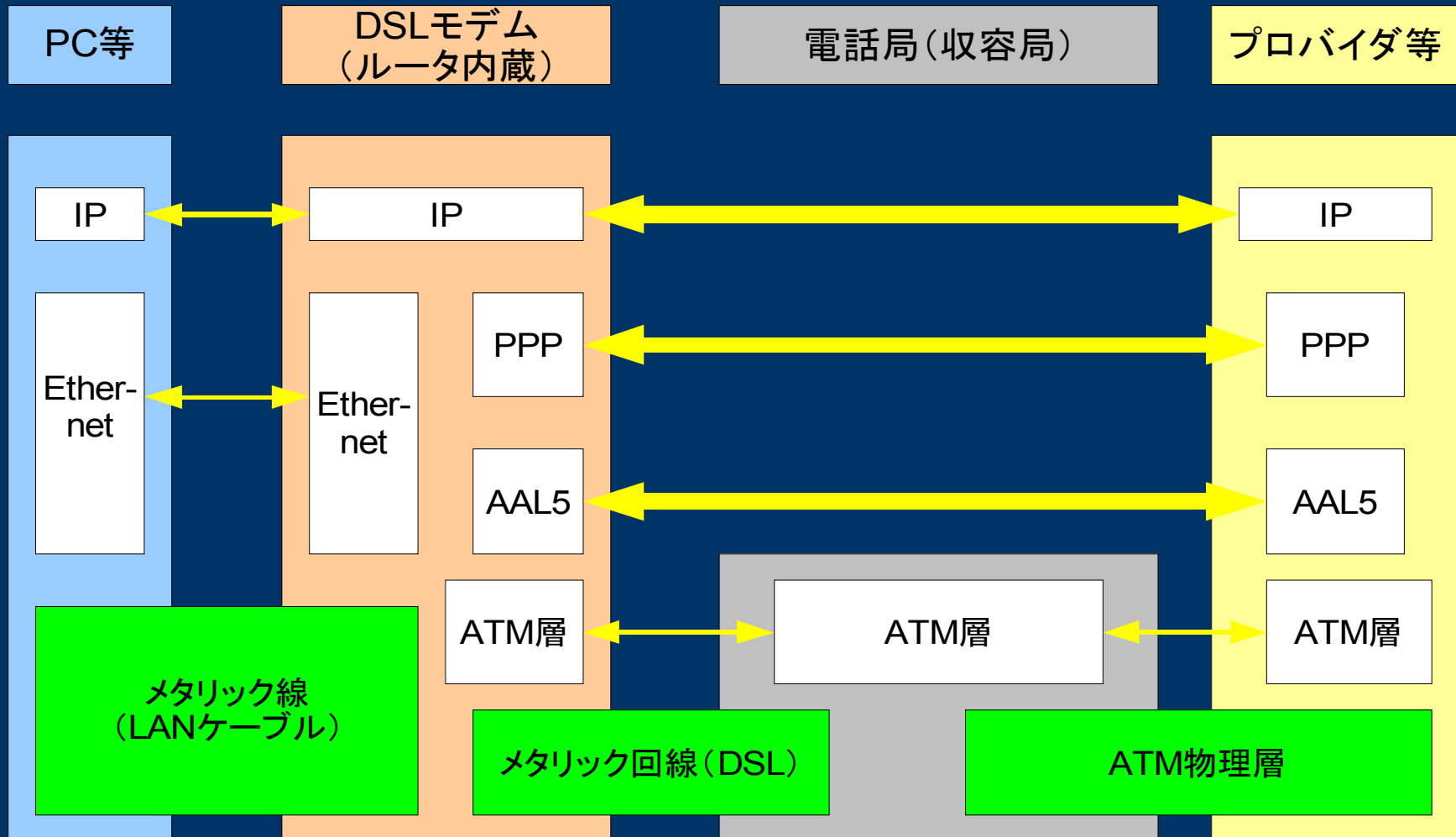
主なホールセール型ISP

- @nifty
- OCN
- BIGLOBE
- So-net

サービスの提供

PPPoA

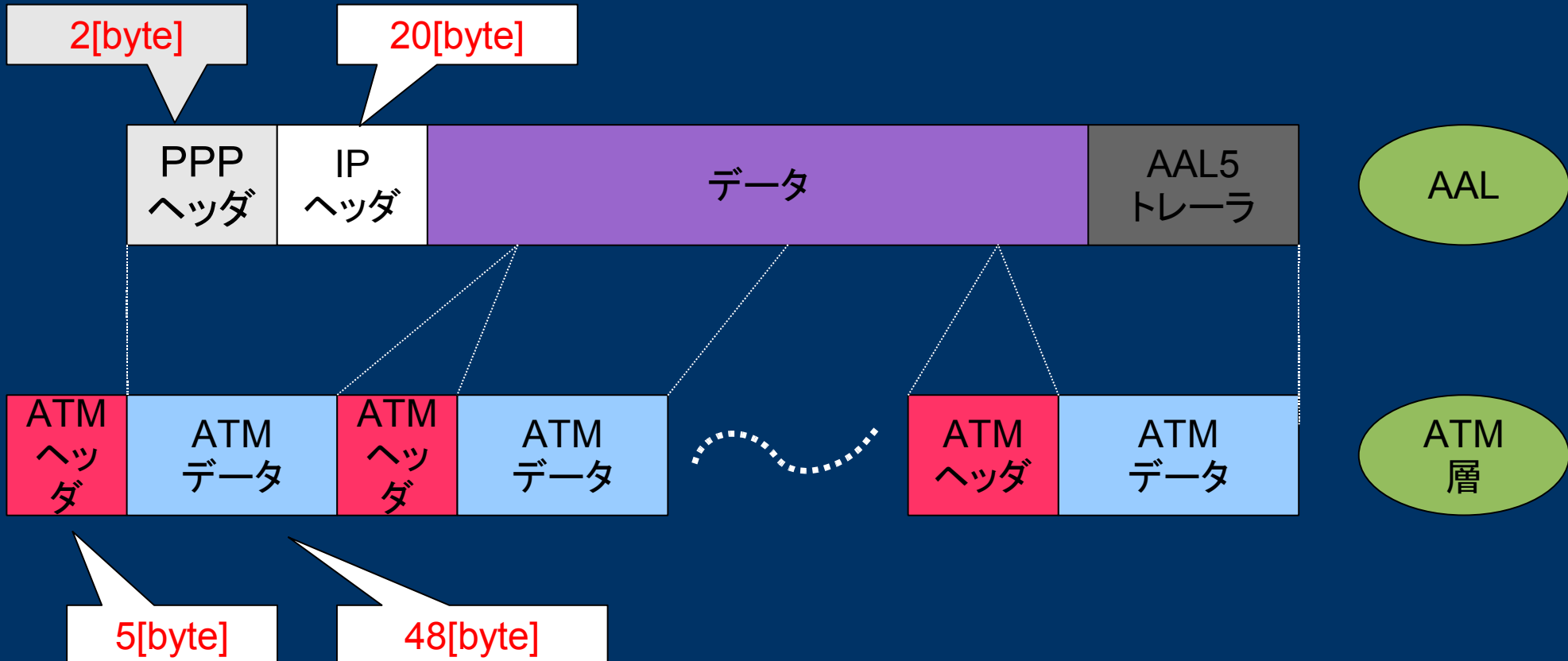
PPPの終端の際、PPPをこのATM上のAAL5の層で直接カプセリングし転送する。
アカウント情報の変更により接続先プロバイダを簡単に変更できる。



PPPoA

ADSLモデムは、そのほとんどがレイヤ2の伝送プロトコルにATMを利用している。

フレーム構成はPPPoEに比べヘッダ部が少ないため、転送効率が僅かに良い。



PPPoE

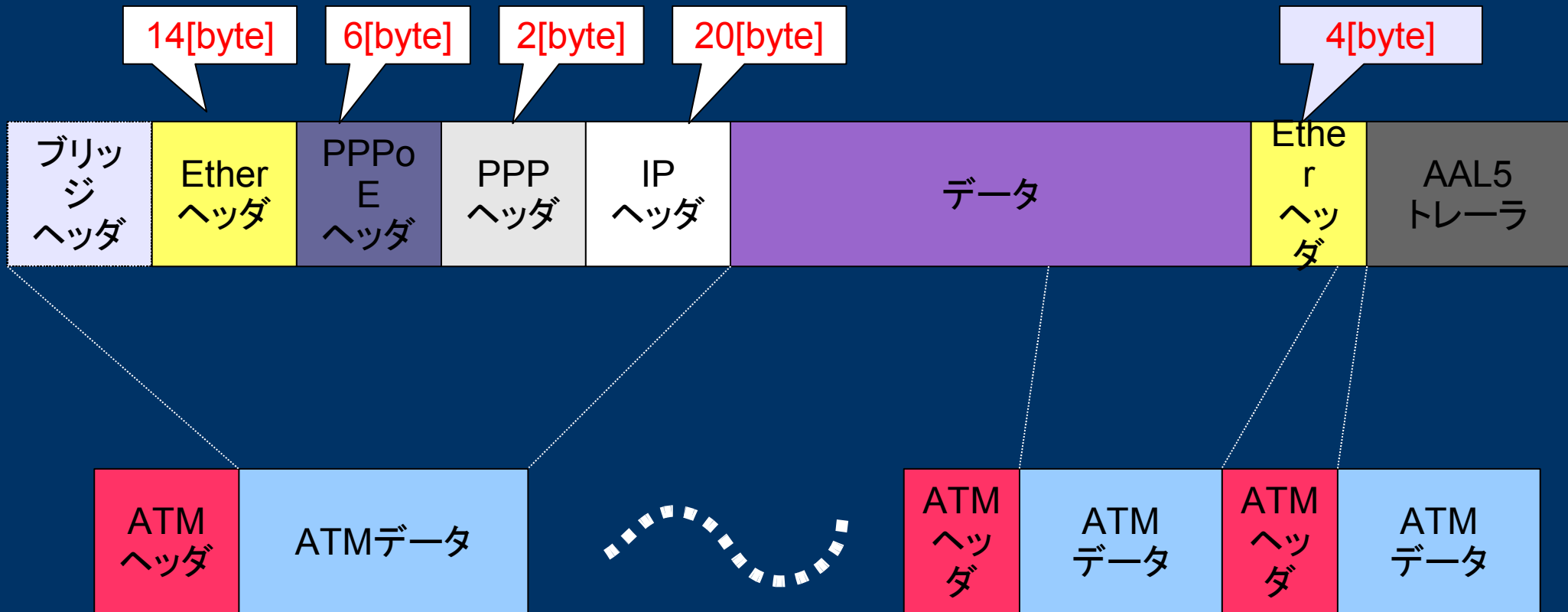
PPP終端の際、PPPをEthernetの上でカプセリングして転送する。

クライアントソフトを搭載したPC端末によるもの（ブリッジ型モデム）と、クライアント機能を搭載したブロードバンドルータ（ルータ内蔵型モデム）を用いる2つのタイプがあり、それぞれ利用するプロトコルが異なる。

PPPoAではATM上にPPPセッションを1つしか配置できないのに対し、PPPoEではPPPoEレイヤのセッションIDを多重化することができる。

PPPセッションを増やす場合にATMレイヤの設定を変更する必要が無いため、拡張性が高い。

PPPoE



PPPoAに比べヘッダ部が多く、伝送効率は僅かに低下する。

IPoA

PPPの通信プロトコルを用いない方式。
ADSL回線事業者とISPが同一の場合に用いられる。

ATMの上に直接IPパケットをマッピングし、モデムにISPから与えられたIPアドレスを固定的に設定する。
複数の固定IPアドレスを割り当てる**常時接続型**のサービスに使用され、サーバを設置する場合に適した方式である。

IPoE

IPoAと同様にPPPの通信プロトコルを使用せず、Ethernetの上に直接IPパケットをカプセリングする方式。
この方式は、通常LANに接続した状態と同義の意味となる。

ISPのDHCPサーバからIPアドレスを取得してインターネットに接続する。

DSL技術は凄いいんだということさえ分
かればおk

